

ノックセンサ

(1983年～現在)

通常、エンジンの燃焼は火炎伝播^{注1)}により燃焼室内に広がり、徐々に燃焼圧が上昇していく。ところが、圧力上昇の途中で混合気^{注2)}の未燃焼部分が自己着火^{注3)}を起こすと急激な圧力上昇による衝撃波が発生し、ノックをするような音が発生する。これをノッキングと言う。強度のノッキングが発生するとピストンの焼き付きや溶損に至ることがある。

ノックセンサは、エンジンブロックに直接取り付けられる。ノッキングが発生し、エンジンブロックが振動すると、ノックセンサ内部にある圧電素子に大きな力が加わる。その力によって、圧電素子は、ノッキングが発生していない時よりも多くの電荷を発生する。車に搭載されているECU^{注4)}は、その信号を受けて、ノッキングの発生を抑制するために、エンジンの点火時期^{注5)}を遅らせる制御を行う。

1. 製品適用分野

自動車のエンジン制御システム

2. 適用分野の背景

省エネルギーに対する社会的要求を背景に、自動車産業においてもエンジンの低燃費、高出力化の要求を満たすべく、さまざまな改善が行われてきている。ところが、これらの改善を行うと、ノッキングが発生しやすくなるという問題をかかえていた。

これを解決する方法として“ノックコントロールシステム”が開発され、採用された。このシステムでは、ノックセンサによってノッキングの発生を検出する。車に搭載されているECUは、センサ信号を受けて、ノッキングの発生を抑制するために、エンジンの点火時期を遅らせる制御を行う。そして、ノッキング発生のないときには進めることによって、常にノック限界近傍に点火時期を設定する¹⁾。

3. 製品の特徴・原理

ノックセンサは、自動車のエンジンブロックに直接取り付けられる。図1にノックセンサの取付位置と接続図を示す。ノッキングが発生し、エンジンブロックが振動すると、ノックセンサ内部にある圧電素子に大きな力が加わる。その力によって、圧電素子は、ノッキングが発生していない時よりも多くの電荷を発生する。

ノックセンサには、「共振型」と「非共振型」がある。共振型、非共振型ノックセンサの外観と構造を図2に示す。

【共振型】

共振型ノックセンサは、センサの中に振動体が組み込まれている。振動体は振動板に圧電素子を接着した構造をしている(薄い板状の圧電セラミックスを金属製の振動板に接着している)。振動体がたわむことにより電荷が発生する。

エンジン毎にノッキングの周波数が異なる。これに対応するために振動体を個々に合わせ込む必要があり、それぞれ専用のセンサが必要となる。

【非共振型】

非共振型ノックセンサは、一種の加速度センサであり、エンジン振動の広い周波数範囲にわたって、ほぼフラットな出力特性をもっている。そのため、共振型のような“特性の合わせこみ”は不要となり、センサの共通化が可能である。

このタイプのセンサでは、おもりがドーナツ状の圧電素子を圧縮することにより電荷が発生する。

Key-words : 点火時期, 異常燃焼, 火炎伝播, ECU, ノッキング

注1 混合気が着火した場所から順に燃え広がる現象。

注2 エンジンで使用される燃料と空気の混合気体。

注3 エンジンの燃焼室内で高温高圧になった混合気が、スパークプラグによらず自然に着火する現象。

注4 Electronic Control Unitの略で、各種センサの信号を受けてエンジンを制御するために自動車に搭載された電子式制御機器。

注5 圧縮された混合気体をスパークプラグ(ガソリンエンジンに取り付けられ、高電圧によって火花を発生させることにより混合気に点火する部品)を用いて点火する時のタイミング。

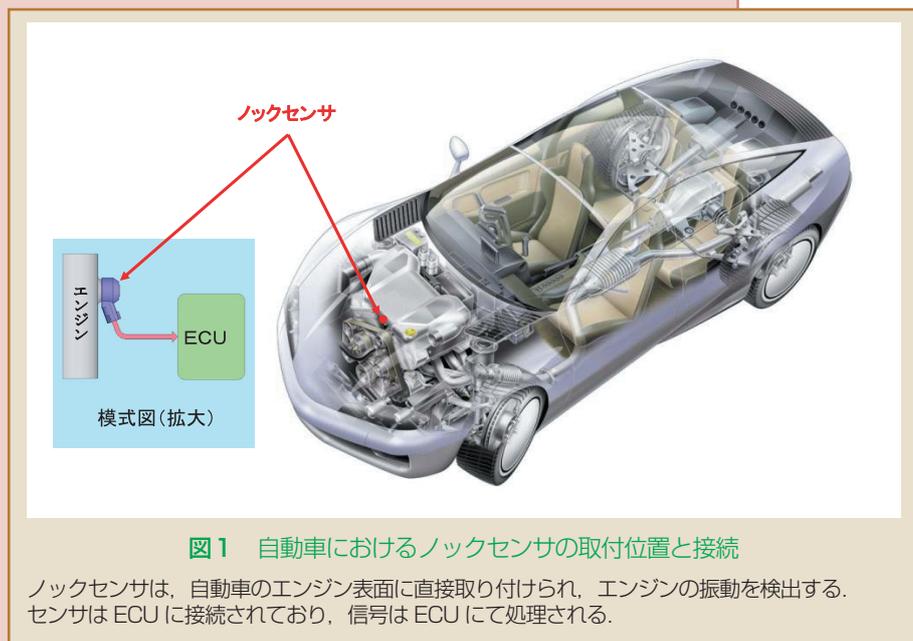


図1 自動車におけるノックセンサの取付位置と接続

ノックセンサは、自動車のエンジン表面に直接取り付けられ、エンジンの振動を検出する。センサはECUに接続されており、信号はECUにて処理される。

4. ノックセンサ素子の製造法

圧電セラミックは、コストや生産性から一般的には、固相熱化学反応法により製造される。

図3に固相熱化学反応法による圧電セラミックの製造工程を示す。

まず、原料(PbO, TiO₂, ZrO₂, 添加剤)を調合し、混合する。次に原料を固相熱化学反応によって固溶体化するために仮焼する。その後、水やバインダーを混ぜて粉砕し、顆粒状に整粒する。次に、このセラ

ミックの粉を“目的形状に近い形”に成形する。その後、この成形体を焼成する。この工程では、成形体の未反応部分の化学反応を完結させることにより磁器化させ、緻密化させる。次に研磨によって目的形状に加工する。その後、銀ペーストを用いて電極を形成する。セラミックの等方性微結晶軸の方向を高電界印加によって特定方向にそろえ、圧電特性を得るために分極する。その後、セラミックの特性を安定化させるためにエージングを行う。



図2 ノックセンサの外観と構造

「共振型」では、“振動体”(薄い板状のセラミックを金属製の振動板に接着した物)がたわむことにより、また、「非共振型」では、“おもり”がドーナツ状の“セラミック素子”を圧縮することにより電荷が発生する。

5. ノックセンサの製造方法

図4に現在広く使用されている非共振型ノックセンサの製造方法を示す。

絶縁体、電極、素子、おもり、座金を主体金具にナットで締めつけ、一体化する。次に、ナイロン樹脂を用いてセンサ形状に射出成形する。その後、センサ特性を安定化させるためにエージングを行う。

6. 現在・将来展望

近年、ノックコントロールシステムは、軽自動車から高級車までほとんど全てのガソリンエンジン搭載車に使用されている。

一方、ディーゼルエンジン搭載車に関しては、ノックセンサを使用している車種はほとんどない。ところが、ディーゼルコモ

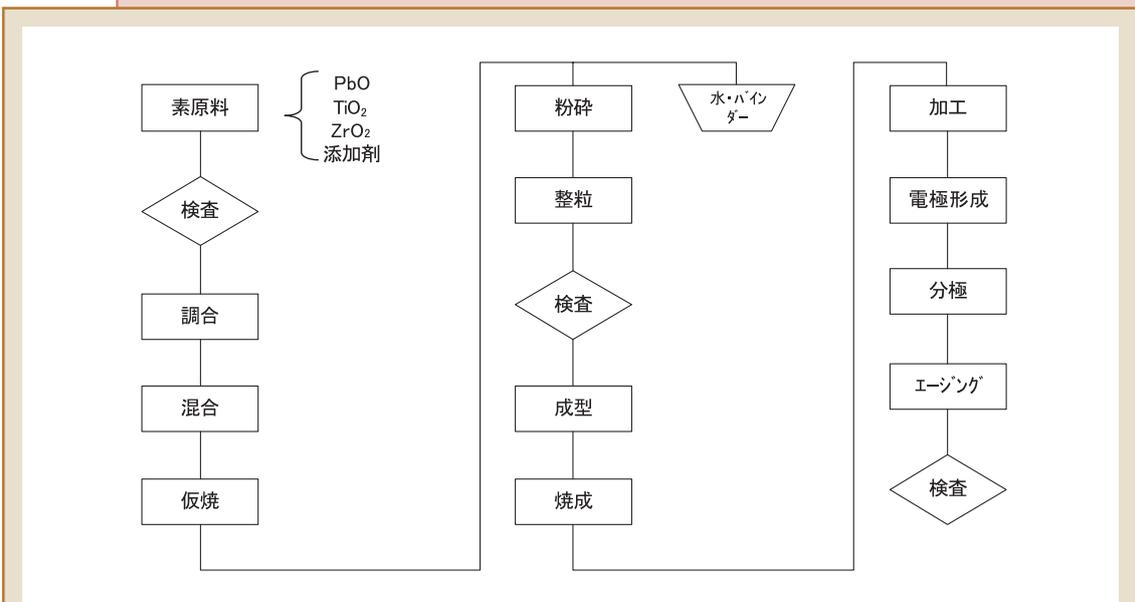


図3 ノックセンサ素子の製造プロセス

原料(PbO, TiO₂, ZrO₂, 添加剤)を混合、仮焼した後、水・バインダーを混ぜて粉砕し、整粒する。これを目的形状に成型、焼成し加工する。その後、銀ペーストを用いて電極を形成し、分極、エージングを行う。

ンレールシステムの普及に伴い、ディーゼル振動の検出を目的として、ノックセンサが使用され始めた。欧州では、ディーゼル車の比率が50%程度と高いので、今後さらにノックセンサを使用した車種が増えると期待される。

文献

- 1) 西尾兼光, “エンジン制御用センサ”, 山海堂 (1999年) pp.59-65

[連絡先] 日本特殊陶業(株)



図4 非共振ノックセンサの製造プロセス

絶縁体、電極、素子、おもり、座金を主体金具にナットで締めつけ、一体化する。次に、ナイロン樹脂を用いてセンサ形状に射出成形する。その後、センサ特性を安定化させるためにエージングを行う。